

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-261623

(43)Date of publication of application : 29.09.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065  
C23F 4/00  
H01L 21/205  
H01L 21/304

(21)Application number : 09-066099

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 19.03.1997

(72)Inventor : KITSUNAI HIROYUKI  
TSUMAKI NOBUO  
TSUNODA SHIGERU  
NOJIRI KAZUO  
TAKAHASHI NUSHITO

### (54) PLASMA PROCESSING METHOD AND MANUFACTURING METHOD OF SEMICONDUCTOR DEVICE

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To effectively remove the deposit film onto the device inner wall by a method wherein, during the drycleaning step, an etching reaction product is removed as well as ion sputtered items of processed device inner material or the compound of the material and an etching gas are also removed.

**SOLUTION:** During the dry cleaning step, a device inner material is cleaned up using, e.g. a mixed gas of BCl<sub>3</sub> and Cl<sub>2</sub>, while the bonded matter onto aluminum is removed using AlCl<sub>3</sub> in high steam pressure produced by a Cl<sub>2</sub> gas plasma. When Al is an oxide or fluoride, the atomic coupling energy with fluorine, oxygen is larger than that of Al-O and Al-F. In order to make the cleaning step by Cl<sub>2</sub> more effective, O, F are extracted from Al-O and Al-F mixing Cl<sub>2</sub> gas with BCl<sub>3</sub> containing B. Through these procedures, in addition to the etching reaction product, the ion-sputtered matter of the device inner material can also be removed.

# 引 用 例

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

**特開平10-261623**

(43) 公開日 平成10年(1998)9月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
 H 01 L 21/3065  
 C 23 F 4/00  
 H 01 L 21/205  
 21/304

識別記号  
 3 4 1

F I  
 H 01 L 21/302  
 C 23 F 4/00  
 H 01 L 21/205  
 21/304

N  
E

3 4 1 D

審査請求 未請求 請求項の数14 O.L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-66099

(22) 出願日 平成9年(1997)3月19日

(71) 出願人 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
 (72) 発明者 橋内 浩之  
 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
 立製作所機械研究所内  
 (72) 発明者 妻木 伸夫  
 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
 立製作所機械研究所内  
 (72) 発明者 角田 茂  
 神奈川横浜市戸塚区吉田町292番地 株式  
 会社日立製作所生産技術研究所内  
 (74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理方法、および半導体装置の製造方法

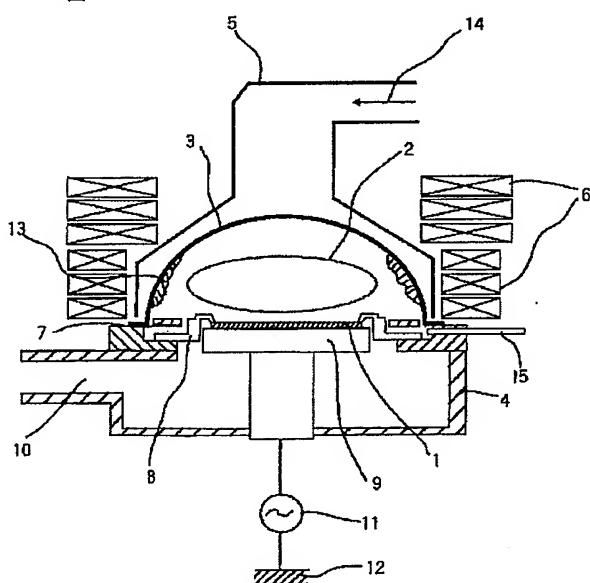
(57) 【要約】

【課題】 半導体製造装置内壁に付着した堆積膜を、すなわち塵埃の発生源を取り去ることのできるドライクリーニング方法を提供する。

【解決手段】 ドライクリーニング工程の中に、エッティング反応生成物を除去する工程に加えて、装置内部材材料のイオンスパッタ物、もしくは装置内部材材料とエッティングガスとの化合物を除去する工程付加する。

【効果】 ウエハ処理枚数の増加にともなう、堆積膜の剥離による塵埃の発生を防止することが可能となり、製造工程における歩留まりの向上、製造装置の稼働率向上を図ることができる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】プラズマエッティング装置内でエッティング処理とドライクリーニング処理とを行うウエハのプラズマ処理方法において、

前記ドライクリーニング処理は、エッティング反応生成物を除去するクリーニングガスと、該エッティング装置内部材材料のイオンスペッタ物、または該エッティング装置内部材材料とエッティングガスとの化合物を除去するクリーニングガスを用いてドライクリーニング処理する工程を有することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項2】プラズマエッティング装置内でエッティング処理とドライクリーニング処理とを行うウエハのプラズマ処理方法において、

前記ドライクリーニング処理の工程は、エッティング反応生成物を除去する工程と、該エッティング装置内部材材料のイオンスペッタ物、または該エッティング装置内部材材料とエッティングガスとの化合物を除去する工程とを備えてなることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項3】プラズマエッティング装置内でエッティング処理とドライクリーニング処理とを行うウエハのプラズマ処理方法において、

前記ドライクリーニング処理を施す工程が、被エッティング材料を構成する元素とエッティングを施す工程において使用されるガスを構成する元素との原子間結合エネルギーの値よりも、前記エッティングを施す工程において使用されるガスを構成する元素に対する原子間結合エネルギーが大きな値を持つ物質を含むガスを用いてクリーニングする工程を有することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項4】プラズマエッティング装置内でエッティング処理とドライクリーニング処理とを行うウエハのプラズマ処理方法において、

前記ドライクリーニング処理の工程が、該エッティング装置内に付着している堆積化合物に対して、前記化合物を構成する元素間の原子間結合エネルギーよりも、前記化合物を構成する元素のうち少なくとも一つに対して、原子間結合エネルギーが大きな値を持つ物質を含むガスのクリーニング工程を有することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項5】複数のガスのプラズマを用いて行われるプラズマエッティング装置のドライクリーニング方法において、第一のクリーニング工程と、被エッティング材料を構成する元素と第一のクリーニングを施す工程において使用されるガスを構成する元素の原子間結合エネルギーの値よりも、前記第一のクリーニング工程において使用されるガスを構成する元素に対する原子間結合エネルギーが大きな値を持つ物質を含むガスを使用する第二のクリーニング工程とを有することを特徴とするドライクリーニング方法。

【請求項6】プラズマエッティング装置のドライクリー

ング方法において、

ドライクリーニングを施す工程が、該エッティング装置内部材材料を構成する元素とエッティングを施す工程において使用されるガスを構成する元素の原子間結合エネルギーの値よりも、エッティングにおいて使用されるガスを構成する元素に対する原子間結合エネルギーが大きな値を持つ物質を含むガスのクリーニング工程を有することを特徴とするドライクリーニング方法。

【請求項7】複数のガスのプラズマを用いて行われるプラズマエッティング装置内で被処理物をドライクリーニングする方法において、

第一のクリーニング工程と、該エッティング装置内部材材料を構成する元素と第一のクリーニングを施す工程において使用されるガスを構成する元素の原子間結合エネルギーの値よりも、前記第一のクリーニングを施す工程において使用されるガスを構成する元素に対する原子間結合エネルギーが大きな値を持つ物質を含むガスを使用する第二のクリーニング工程を有することを特徴とするドライクリーニング方法。

【請求項8】被エッティング材料に金属酸化物が含まれ、かつ、エッティング工程、もしくはエッティング装置内にクリーニングを施す工程に少なくともフッ素、塩素、酸素のいづれかを含むガスのプラズマを用いるドライクリーニング方法において、

ドライクリーニング工程の中には、ホウ素を含むガスと塩素との混合ガスが少なくとも一工程に用いられることを特徴とするドライクリーニング方法。

【請求項9】被エッティング材料にアルミニウム、タンクステン、銅、白金のいづれかが含まれ、かつエッティング工程、もしくはエッティング装置内にクリーニングを施す工程に少なくともフッ素、塩素、酸素のいづれかを含むガスのプラズマを用いるドライクリーニング方法において、

ドライクリーニング工程の中には、ホウ素を含むガスと塩素との混合ガスが少なくとも一工程に用いられることを特徴とするドライクリーニング方法。

【請求項10】処理装置内の構成部品に酸素を含むセラミックス、石英、表面酸化膜を有する金属材料を備えるエッティング処理装置において、

ドライクリーニング工程の中には、ホウ素を含むガス、またはホウ素を含むガスとの混合ガスによるクリーニングが少なくとも一工程用いられることを特徴とするドライクリーニング方法。

【請求項11】前記第1項から第9項いづれかに記載のクリーニング方法において、プラズマクリーニングは任意の枚数ごとに実施することを選択できることを特徴とするドライクリーニング方法。

【請求項12】前記第1項から第10項いづれかに記載のクリーニング方法により、製造装置内部をクリーニングした後、その製造装置を用いて半導体ウエハ表面を処理

することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項13】処理装置内で被処理物に対してプラズマ処理を行うプラズマ処理方法において、前記プラズマ処理後に、ドライクリーニング工程を備えており、前記ドライクリーニング工程は、エッティング反応生成物を除去するクリーニングガスと、該処理装置内部材材料のイオンスペッタ物、または該処理装置内部材材料とエッティングガスとの化合物を除去するクリーニングガスとを用いてドライクリーニング処理する工程であることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項14】処理装置内で被処理物に対してプラズマ

処理を行うプラズマ処理方法において、

前記プラズマ処理後に、ドライクリーニング工程を有し、前記ドライクリーニング工程が、エッティング反応生成物を除去する工程と、該処理装置内部材の材料のイオンスペッタ物、または該処理装置内部材材料とエッティングガスとの化合物を除去する工程を備えてなることを特徴とするプラズマ処理方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置の製造工程において、基板上に微細加工、もしくは成膜を施すのに使用される半導体製造装置内のドライクリーニング方法に関する。また、これに加えて、装置内をクリーニングした後の半導体製造装置により、半導体装置を製造する方法に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】半導体装置の製造工程において、塵埃(異物)が基板に付着すると、目的のデバイスのパターン欠陥を引き起こし、製造工程における歩留まりを低下させる。

【0003】これに対して、近年の製造工程においては、プラズマを利用するドライエッティングやCVD等のプロセスが重要になっている。すなわち、各種ガスを装置内に導入し、導入したガスのプラズマの反応を利用して、成膜、エッティング等の微細加工を行うものである。これらのプロセスでは、微細加工を施そうとする基板以外にも、すなわち、製造装置内壁にも堆積膜が付着する。例えばドライエッティングにおいてはエッティングガスがプラズマ中で分解や結合されること、また、エッティングにより生成されるエッティング副生成物により装置内壁に堆積膜が付着する。このような堆積膜は、処理枚数が増加し膜厚が厚くなると部分的に剥離して塵埃となり、デバイスのパターン欠陥の原因となる。したがって、これらの付着堆積物を定期的に除去する必要がある。

【0004】従来、このような付着堆積物の除去方法としては、装置を大気開放してアルコールや純水等の溶媒を用いて拭き取る、いわゆるウェットクリーニングと、例えば、特開平3-62520に開示されている塩素系ガスとフッ素系ガスの組み合わせによるものや、特開平7-5083

13に開示されている酸素ガスと塩素ガスの混合ガスのプラズマによるドライクリーニングが知られている。

##### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記従来のクリーニング方法は以下に示す問題がある。

【0006】まず、ウェットクリーニングに関しては、定期的に装置を大気開放し、分解する必要があり、さらにはウェットクリーニング後の真空排気も必要となる。したがって、クリーニング毎に長時間装置を停止させることとなり、著しい装置稼働率の低下、スループットの低下を引き起す。

【0007】次に、特開平3-62520開示例では、被エッチング材がAl、およびWを含む合金であり、Alのエッティング生成物、Wのエッティング生成物を除去するために、すなわち複数のエッティング対象物に対するクリーニングが組み合わされていることが特徴となっている。また、特開平7-508313開示例に代表される従来のドライクリーニングは、被エッティング材料とエッティングガス、もしくはエッティングの際のマスク材料であるフォトレジスト

20 (カーボン)とエッティングガス、もしくはエッティングガスの重合体によるいわゆる反応生成物を除去するが特徴である。

【0008】これら従来の開示例では、被エッティング材料やマスク材料等のウエハ基板上の材料とエッティングガスとの生成物に関するクリーニングについては考慮されているものの、装置内部材材料のイオンスペッタ物、あるいは装置内部材材料とエッティングガスとの化合物に対するクリーニングに関しては、全く考慮されていない。

【0009】エッティング装置においては、エッティングガスによるプラズマが被エッティング対象である基板表面をエッティングする他、装置内部材料をも叩き、その結果、エッティング反応生成物ばかりではなく、装置内部材材料のイオンスペッタ物、あるいは装置内部材材料とエッティングガスとの化合物を装置内壁に付着、堆積させる。

【0010】すなわち従来のドライクリーニング方法では、装置内部材材料のイオンスペッタ物、あるいは装置内部材材料とエッティングガスとの化合物が除去しきれず堆積し、異物を発生させてしまうという大きな問題があつた。

40 【0011】本発明の目的は、これらの問題を解決することにあり、製造装置内壁に付着した堆積膜を効果的に除去できる、すなわち、塵埃の発生源を取り去ることのできるドライクリーニング方法を提供することにある。

##### 【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的は、ドライクリーニング工程の中に、エッティング反応生成物を除去する工程と、処理装置内部の材料のイオンスペッタ物、もしくは装置内部材材料とエッティングガスとの化合物を除去する工程とを有することにより達成される。

50 【0013】また上記目的は、ドライクリーニングを施

す工程に、エッティング、及びクリーニングを施す工程において使用されるガスを構成する元素に対する原子間結合エネルギーの値が、被エッティング材料を構成する元素とエッティング、及びクリーニングを施す工程において使用されるガスを構成する元素の原子間結合エネルギーの値よりも、大きな値である物質を含むガスを用いることにより達成される。

【0014】また上記目的は、ドライクリーニングを施す工程に、エッティング、及びクリーニングを施す工程において使用されるガスを構成する元素に対する原子間結合エネルギーの値が、装置内部材材料を構成する元素とエッティング、及びクリーニングを施す工程において使用されるガスを構成する元素の原子間結合エネルギーの値よりも、大きな値を持つ物質を含むガスを用いることにより達成される。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】以下本発明のドライクリーニング方法の実施例について図に従って詳細に説明する。

【0016】図1に本発明に係るドライクリーニング方法に使用されたマイクロ波エッティング装置の構成図を示す。図において1は、微細加工を施すシリコンウエハ（基板）、3、4は各々、石英ベルジャー、メインチャンバーであり、真空雰囲気を作る。10は真空排気のための排気口、15はエッティング、あるいはドライクリーニングのためのガス導入部である。9は、ウエハを固定保持する基板ステージであり、8はウエハをクランプするクランパーである。このクランパーは一般的に、例えばアルミナセラミックス等のセラミックスで製作されることが多い。ウエハを基板ステージ9に固定保持する方式として静電吸着力を利用した方式を使っても良い。7はアース板であり、11はアース7とウエハステージ9との間にRFバイアスを印加するための高周波電源である。

【0017】マイクロ波エッティング装置は、まず、高真空排気後プラズマを生成するためのガスを導入する。そして、マイクロ波14をマグネットロン（図示しない）から発振、導波管5を通して石英ベルジャー3（処理室）内に導入して、処理室周囲に配置されたソレノイドコイル6により形成する磁場との共鳴（ECR）により、処理室のガスをプラズマ化し、そのプラズマを利用してエッティングを行う。アース7とウエハステージ9間には、イオンを引き込むことにより異方性エッティングを行う目的で、高周波電源11によりRFバイアスが印加される。

【0018】この際、エッティング処理の副産物としてできる反応生成物が、石英ベルジャー3、メインチャンバー4、ガス導入部の出口15、クランパー8等の処理室の構成部品に付着、堆積膜13を形成する。このような堆積膜は、処理枚数が増加し膜厚が厚くなると部分的に剥離して塵埃となり、デバイスのパターン欠陥の原因となる。

【0019】ここでは一例として、図2に示すような絶縁膜に用いられるシリコン酸化膜（SiO<sub>2</sub>膜）17をフルオロカーボン系ガス、例えばここではCF<sub>4</sub>ガスのプラズマと添加ガスAr、O<sub>2</sub>ガスのプラズマによりエッティングする場合を挙げて説明する。この図のように、例えば基板16上にSiO<sub>2</sub>膜17が形成され、その上にフォトレジストからなるマスクパターン18が形成され、これを図1に示したようなエッティング装置でエッティング処理を施す。このときエッティングガスはプラズマ中で解離し、ウエハを叩くことによってエッティングを進行させる。この際に、エッティング対象物が原因で装置内壁に付着する不要堆積物は、シリコンを含む酸化物、有機物を含む化合物となる。

【0020】ところで、ドライクリーニングの際のガスは、除去対象である堆積物に対して、堆積物と反応して蒸気圧の高い化合物になる狙いで行われ、結果的には蒸発・真空排気して除去する。例えば堆積物が炭素化合物であれば、O<sub>2</sub>ガスのプラズマを当て、気体であるCO、CO<sub>2</sub>にして除去するというように行われる。前記特開平7-508313に開示した例では、塩素系ガスに酸素系ガスを混合したクリーニングガスのを用いている。酸素を混合することにより、金属、塩素、有機物を含む化合物から炭素を切り放し、同時に塩素により金属をクリーニングすることにより、全体としての効果を向上を狙いつつある。

【0021】本実施例に挙げたようなSiO<sub>2</sub>膜をエッティングする場合には、フッ素系ガスと酸素系ガスの混合、あるいは組み合わせによるクリーニングが一般的である。しかし、すでに述べたようにエッティングガスによるプラズマは被エッティング対象である基板表面17、18をエッティングする他、装置内部材料、例えばクランパー8、アース7等をも叩き、その結果、被エッティング材料に対する反応生成物ばかりではなく、装置内部材材料のイオンスペックタ物、あるいは装置内部材材料とエッティングガスとの化合物もエッティング処理の副産物として堆積膜13の構成元素となる。

【0022】一般的に、エッティング装置等のプラズマ応用半導体製造装置にはアルミニナ部品が良く用いられる。本実施例（図2の例）においては、装置内壁に付着する不要堆積物は、まずエッティング対象物が原因である、被エッティング材のSiO<sub>2</sub>、レジスト材の有機化合物の他、装置内のアルミニナ部品であるクランパー8がプラズマに叩かれ、イオンスペックタされてアルミニナの形で装置内壁に付着・堆積している。この一部はエッティングの際にフッ素によってフッ化アルミニの形で付着・堆積する。従来のドライクリーニングでは、SiO<sub>2</sub>、レジスト材の有機化合物に対するクリーニングしか行われていない。すなわち、装置内部材材料のイオンスペックタ物、あるいは装置内部材材料とエッティングガスとの化合物が堆積するということが考慮に入れられておらず、したがってこれらに對

するクリーニングも考えられていない。よって、これらが最終的に異物の発生原因として残ることになる。

【0023】本発明によれば、ドライクリーニング工程の中に、エッティング反応生成物を除去する工程に加えて、装置内部材材料のイオンスパッタ物、および装置内部材材料とエッティングガスとの化合物を除去する工程が付加されるために、従来のドライクリーニングでは見逃されてきた装置内部材材料の化合物からなる堆積物も除去でき、クリーニング効果の向上、異物の発生の抑制効果の向上を図ることが可能である。

【0024】本実施例では、具体的にBCl<sub>3</sub>とCl<sub>2</sub>の混合ガスによるクリーニングを、装置内部材料のクリーニングとして付加した。アルミニウムの付着物に対しては、Cl<sub>2</sub>ガスプラズマにより蒸気圧の高いAlCl<sub>3</sub>を生成して除去することが有効である。しかし、アルミニウムが酸化物、もしくはフッ化物になっている場合には、Al-C<sub>1</sub>の原子間結合エネルギーよりもAl-O、Al-Fの原子間結合エネルギーの方が大きいために、Cl<sub>2</sub>単独のプラズマではAlCl<sub>3</sub>が生成できずクリーニングによる除去はできない。そこで、Al-O、及びAl-Fの原子間結合エネルギーよりも、フッ素、酸素に対する原子間結合エネルギーが大きいBを含むガス、BCl<sub>3</sub>をCl<sub>2</sub>ガスに混ぜることにより、Al-O、およびAl-FからO、Fを引き抜き、Cl<sub>2</sub>によるクリーニングを有効にする。これにより、エッティング反応生成物に加えて、装置内部材材料のイオンスパッタ物をも除去可能となる。

【0025】ここでは、O<sub>2</sub>と六フッ化硫黄(SF<sub>6</sub>)のクリーニング、BCl<sub>3</sub>とCl<sub>2</sub>の混合ガスによるクリーニングを順番に行うことにより、装置内のクリーニング効果、および異物の抑制効果を著しく向上することができる。

【0026】このように、被エッティング材料に対する反応生成物を除去するドライクリーニングに加えて装置内部材材料のイオンスパッタ物、あるいは装置内部材材料とエッティングガスとの化合物を除去するためのドライクリーニングを行うことにより装置内のクリーニング効果を著しく向上させることができる。ここでは、エッティング反応生成物に対するドライクリーニングと装置内部材材料に対するクリーニングを順番に行ったが、両者のクリーニングガスを混合しても良い。

【0027】次に、タンクステン配線に適用した例について、図3を用いて説明する。図3のように、例えば基板16上にタンクステン配線19が形成され、その上にフォトレジストからなるマスクパターン18が形成され、これを図1に示したようなエッティング装置でエッティング処理を施す。タンクステンに対してはSF<sub>6</sub>ガスのプラズマによりエッティングを進行させる。

【0028】この際に、装置内壁に付着する不要堆積物は、タンクステン、フッ素、有機物を含む化合物と、装置内のアルミナ部品であるクランパー8がプラズマに叩かれ、イオンスパッタされてアルミ酸化物の形で装置内壁

に付着・堆積している。この一部はエッティングの際のSF<sub>6</sub>ガスのプラズマによりフッ化アルミの形になっていく。ここでは、SF<sub>6</sub>によるクリーニング、とBCl<sub>3</sub>とCl<sub>2</sub>の混合ガスによるクリーニングを順番に行った。SF<sub>6</sub>は、タンクステン、および有機化合物に関してもクリーニング効果がある。BCl<sub>3</sub>とCl<sub>2</sub>の混合ガスによるクリーニングは第一の実施例で説明した通り、アルミ酸化物、アルミフッ化物に対してクリーニング効果を發揮する。このクリーニングにより、異物の抑制効果を著しく向上した。第一の実施例と同様、このようにエッティング材料に対する反応生成物を除去するドライクリーニングと、装置内部材材料に対するドライクリーニングを行うこれにより、クリーニング効果が著しく向上する。

【0029】次に本発明を利用した別の実施例について説明する。ここでは、図3に示すようなアルミ積層配線をエッティングする場合に本発明を適用した場合について説明する。

【0030】最近のメタル配線は、アルミ単層膜ではなく図3に示すようなバリアメタル21を伴った積層膜となつておる、複数のエッティングガスがエッティング工程に用いられる。耐エレクトロマイグレーション性や拡散バリア性を得ることが目的である。ここでは、アルミ配線20、チタンタンクステン(TiW)バリアメタル21の積層膜をエッティングする例を挙げる。すでに述べたように、エッティングを行う場合、被エッティング材料に対して蒸気圧の高い化合物を形成してエッティングを進行させる。この場合、第一層目のアルミ20はCl<sub>2</sub>ガスを用いて蒸気圧の高いAlCl<sub>3</sub>にしてエッティングを進行させる。このとき、装置内壁、例えば石英ベルジャ3、メインチャンバー4、ガス導入口15、クランパー8等の処理室の構成部品にAl、もしくはAlCl<sub>x</sub>が付着、堆積する。この後、第二層目のTiW20はSF<sub>6</sub>プラズマにより行われ、このとき装置内壁や処理室の構成部品にTi、もしくはタンクステン(W)が付着、堆積する。

【0031】通常、Al、もしくはAlCl<sub>x</sub>をクリーニングする場合、Tiをクリーニングする場合には、Cl<sub>2</sub>プラズマにより蒸気圧の高いAlCl<sub>3</sub>、TiCl<sub>4</sub>にして除去する。また、Wをクリーニングする場合にはフッ素系ガス、例えばSF<sub>6</sub>のプラズマにより蒸気圧の高いWF<sub>6</sub>にして除去を行う。

【0032】しかし、配線を構成する膜が単層膜でなく積層膜の場合は、複数のエッティングガスのプラズマを使用するために、また、複数のクリーニングガスを使用するために、装置内壁や処理室の構成部品に付着している堆積膜は単純な形ではなく、これらのガスとの化合物の形となる。

【0033】すなわち、付着物は、  
1) 第一層目のエッティングの際にAl、もしくはAlCl<sub>x</sub>が付着、堆積する。その堆積物が第二層目のTiWエッティングの際に、SF<sub>6</sub>プラズマによりアルミフッ化物になる。

この後、第二層目のTiW2OはSF6プラズマにより行われ、このとき装置内壁や処理室の構成部品にTi、もしくはWが付着、堆積する。

【0034】2) 第一層目のエッティングの際に堆積するAl、AlClxは、第二層目のTiWエッティングの際の堆積物であるWを除去するクリーニング工程、SF6プラズマによりさらにアルミフッ化物が促進される。

【0035】3) エッティングガス、もしくはクリーニングガスによるプラズマは、装置内部材料、一般的に装置内部品に使用されているアルミニナ部品を叩き、イオンスパッタ作用によりアルミ酸化物の形で装置内壁に付着・堆積する。

【0036】4) プラズマのイオンスパッタ作用により装置内壁に付着・堆積したアルミ酸化物は、第二層目のTiWエッティングの際のSF6プラズマにより一部アルミフッ化物となる。

【0037】5) プラズマのイオンスパッタ作用により装置内壁に付着・堆積したアルミ酸化物は、Wクリーニングの際のSF6プラズマにより一部アルミフッ化物となる。

【0038】このように、多層配線をエッティングする場合には、ある配線層をエッティングしている間にエッティング用ガスのプラズマが、別の配線層をエッティングした際に装置内に付着した堆積物を除去しづらい化合物にする。さらに、ある元素の堆積物をクリーニングしている間にクリーニングガスのプラズマが、別の元素の堆積物を除去しづらい化合物にする。これらにより、目的としたクリーニングを阻害することが起こる。

【0039】さらには、エッティングガス、クリーニングガスによるプラズマは、装置内部材料も叩き、その結果、装置内部材材料のイオンスパッタ物を装置内に付着させる。また、これらはエッティングガス、クリーニングガスとの化合物にもなる。これらにより、目的としたクリーニングを阻害することが起こる。

【0040】本発明によれば、ドライクリーニングの工程の中に、被エッティング材料とエッティングガスを構成する元素との原子間結合エネルギーよりも、エッティングガス元素との原子間結合エネルギーが大きな値を持つ物質を含むガスによるクリーニングを付加する。これにより、前記1)の堆積物が除去可能となる。すなわち、第一層目のエッティングの際に堆積したAlが第二層目のTiWエッティングの際のSF6プラズマによりアルミフッ化物になったものを除去可能となる。

【0041】また本発明によれば、ドライクリーニング工程の中に、エッティング反応生成物を除去する工程に加えて、装置内部材材料のイオンスパッタ物を除去する工程が付加されるために、前記3)の堆積物が除去可能となる。すなわち、装置内部品に使用されているアルミニナ部品のイオンスパッタ物が除去可能となる。

【0042】さらに、ドライクリーニングの工程の中

に、被エッティング材料、および装置構成材料と他の工程のクリーニングガスを構成する元素との原子間結合エネルギーよりも、上記クリーニング工程のガス元素との原子間結合エネルギーが大きな値を持つ物質を含むガスによるクリーニングを付加する。これにより、前記2), 4), 5)の堆積物が除去可能となる。すなわち、Wクリーニングの際のSF6プラズマによりアルミフッ化物となった堆積物が除去可能となる。

【0043】具体的には、エッティング、およびクリーニング時に用いられるSF6プラズマにより、アルミニウムがフッ化物になっているために、Cl2単独のプラズマではクリーニングによる除去はできない。ドライクリーニングを施す工程の中に、エッティング、およびクリーニング時に用いられるフッ素と被エッティング材料であるアルミニとの原子間結合エネルギーの値よりも、フッ素との原子間結合エネルギーが大きな値を持つ物質Bを含むガス、Bcl3をCl2ガスに混ぜてクリーニングガスとすることにより、Al-FからFを引き抜き、Cl2によるクリーニングを有効にすることができる。

【0044】またBは、装置内部材材料のイオンスパッタ物であるアルミ酸化物Al-Oに対して、B-Oの原子間結合エネルギーの方が大きい。したがって、Bを含むガス、Bcl3をCl2ガスに混ぜることにより、Al-OからOを引き抜き、Cl2によるクリーニングを有効にする。すなわち、装置内部材材料のイオンスパッタ物をも除去可能である。

【0045】このような、積層膜であるがために次工程のエッティングガスやクリーニングガスと反応して堆積した膜に対するクリーニング行程は、エッティング反応生成物単独のクリーニング工程の後、もしくは前、もしくは両方に入れてよい。

【0046】なお、本発明の実施例は、マイクロ波エッティング装置に適用した例で説明したが、これに限定されるものではなく、平行平板型のエッティング装置、誘導結合型のエッティング装置、またCVD装置であっても、プラズマにより装置内壁の堆積物をクリーニングする装置であれば効果が得られる。

#### 【0047】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、製造装置内壁に付着した堆積膜を効率的に除去することができる。これにより、堆積膜厚の増加(処理枚数の増加)にともなう、堆積膜の剥離、これによる塵埃の発生を防止することが可能となり、製造工程における歩留まりの向上、製造装置の稼働率向上を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した半導体製造装置を示す図。

【図2】本発明の第一の実施例を適用した半導体ウェハの横断面図。

【図3】本発明の第二の実施例を適用した半導体ウェハ

の横断面図。

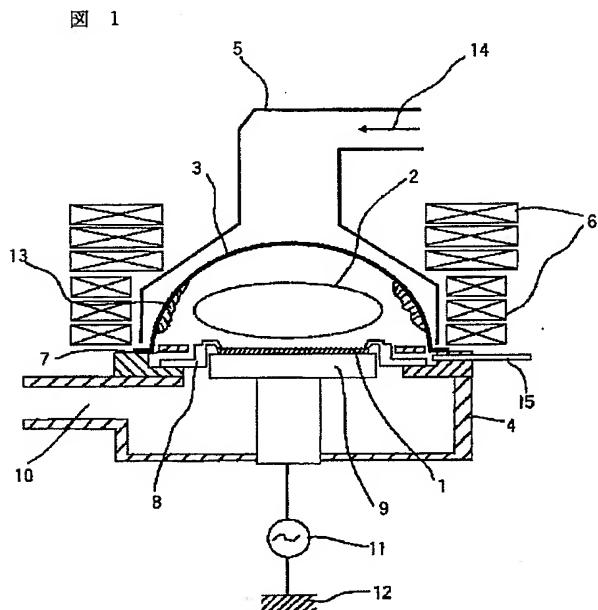
【図4】本発明の第三の実施例を適用した半導体ウエハの横断面図。

【符号の説明】

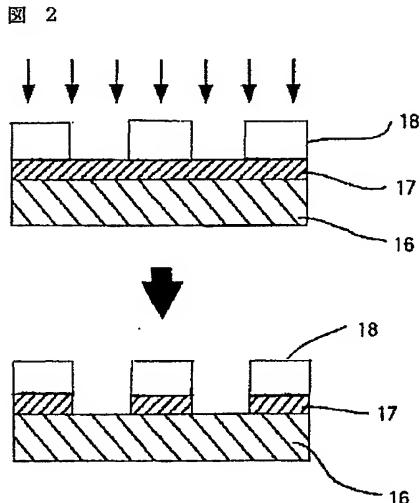
1…ウエハ、2…プラズマ、3…石英ベルジャー、4…、メインチャンバー、5…導波管、6…ソレノイドコ\*

\* イル、7、12…アース、8…ウエハクランパ、9…ウエハステージ、10…真空排気口、11…高周波電源、13…堆積物、14…マイクロ波、15…ガス導入口、16…半導体基板、18…フォトレジストマスクパター、19…タングステン配線、20…アルミ配線膜、21…TiWバリアメタル。

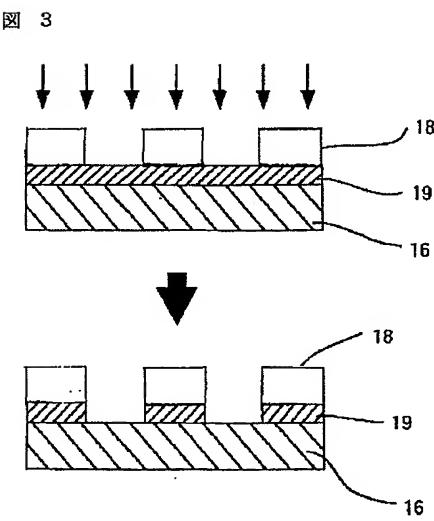
【図1】



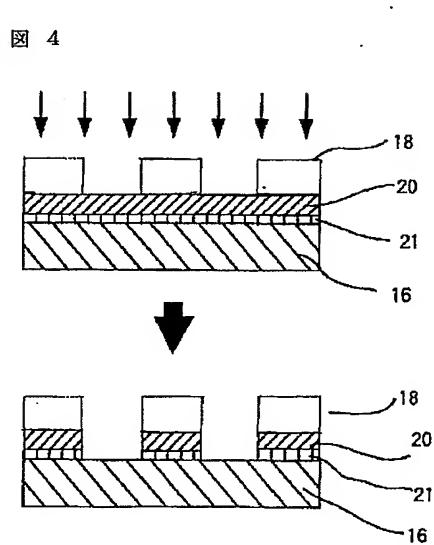
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72) 発明者 野尻 一男  
茨城県ひたちなか市市毛882番地 株式会  
社日立製作所計測器事業部内

(72) 発明者 高橋 主人  
山口県下松市大字東豊井794番地 株式会  
社日立製作所笠戸工場内